

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5540377号  
(P5540377)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO 2M 3/28</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 2M	3/28		E
<b>HO 1F 41/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1F	41/00		D
<b>HO 1F 27/36</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 1F	27/36		J
		HO 2M	3/28		Y

請求項の数 16 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2009-253883 (P2009-253883)	(73) 特許権者	501315784
(22) 出願日	平成21年11月5日(2009.11.5)		パワー・インテグレーションズ・インコーポレーテッド
(65) 公開番号	特開2010-115107 (P2010-115107A)		アメリカ合衆国・95138・カリフォルニア州・サン ホゼ・ヘリヤー アベニュー・5245
(43) 公開日	平成22年5月20日(2010.5.20)	(74) 代理人	100064746
審査請求日	平成24年11月5日(2012.11.5)		弁理士 深見 久郎
(31) 優先権主張番号	12/266,386	(74) 代理人	100085132
(32) 優先日	平成20年11月6日(2008.11.6)		弁理士 森田 俊雄
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 方法および電力供給器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

方法であって、

電力供給器のエネルギー転送要素に含まれるシールド巻線の第1の巻数を計算することを  
含み、シールド巻線は、電力供給器の入力導体を含まない路への変位電流を制限するよう  
に構成され、前記シールド巻線の前記第1の巻数は、ゼロより大きく、前記電力供給器の  
入力導体において前記電力供給器のノイズ電流が最小となるよう計算され、前記方法はさら  
らに、

前記シールド巻線についての前記第1の巻数を前記第1の巻数より大きい第2の巻数ま  
で増加させることと、

前記電力供給器を動作させることと、

前記入力導体における前記ノイズ電流を低減させるよう、前記シールド巻線と前記電力  
供給器の入力導体との間に結合されるインピーダンスの値を調節することとを含み、前記  
インピーダンスの値を調節することは、前記電力供給器の前記入力導体と出力導体との間  
の電圧波形が、前記インピーダンスの値の調節にตอบสนองして極性を反転させるまで前記イン  
ピーダンスの値を調節することを含む、方法。

【請求項2】

方法であって、

電力供給器のエネルギー転送要素に含まれるシールド巻線の第1の巻数を計算することを  
含み、シールド巻線は、電力供給器の入力導体を含まない路への変位電流を制限するよう

に構成され、前記シールド巻線の前記第 1 の巻数は、ゼロより大きく、前記電力供給器の入力導体において前記電力供給器のノイズ電流が最小となるよう計算され、前記方法はさらに、

前記シールド巻線についての前記第 1 の巻数を前記第 1 の巻数より大きい第 2 の巻数まで増加させることと、

前記電力供給器の前記入力導体と出力導体との間の電圧の第 1 の電圧波形を生成するよう前記電力供給器を動作させることと、

前記第 1 の電圧波形を生成するよう前記電力供給器を動作させた後、前記シールド巻線と前記電力供給器の前記入力導体との間にインピーダンスを挿入することと、

前記電力供給器の前記入力導体と前記出力導体との間の前記電圧の第 2 の電圧波形が、前記インピーダンスの値の調節にตอบสนองして前記第 1 の電圧波形の極性と反対になるように極性を反転させるまで前記インピーダンスの値を調節することにより前記入力導体において前記ノイズ電流を低減することを含む、方法。

10

【請求項 3】

前記シールド巻線についての前記第 1 の巻数を前記第 2 の巻数に増加させることは、ゼロに等しい前記電力供給器の前記シールド巻線と前記入力導体との間のインピーダンスの値で動作する電力供給器のために、前記電力供給器の入力導体における前記ノイズ電流を増加させることを含む、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記電力供給器の前記入力導体において最小のノイズ電流を達成するよう前記シールド巻線の前記第 1 の巻数を計算することは、ゼロに等しいインピーダンスの値で動作する電力供給器のために、前記電力供給器の入力導体においてゼロのノイズ電流を達成するよう前記シールド巻線の前記第 1 の巻数を計算することを含む、請求項 1 または 2 に記載の方法。

20

【請求項 5】

前記電圧波形が極性を反転させた後、前記電圧波形の振幅を低減するよう前記インピーダンスの値を調節することをさらに含む、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 6】

前記電圧波形の振幅を低減するよう前記インピーダンスの値を調節することは、前記電力供給器の入力導体においてゼロのノイズ電流を達成するよう前記インピーダンスの値を調節することを含む、請求項 5 に記載の方法。

30

【請求項 7】

前記電圧波形が極性を反転させた後、前記電圧波形の振幅が前記インピーダンスを調整することによって達成することができる最も低い振幅になるまで前記インピーダンスの値を調節することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記インピーダンスの値を調整することは、前記入力導体と前記出力導体との間の前記電圧波形を観察することを含み、

前記入力導体と前記出力導体との間の前記電圧波形を観察することは、前記シールド巻線と前記入力導体との間に結合される前記インピーダンスなしで前記電圧波形を観察することを含み、前記方法はさらに、前記電圧波形の観察の後で、前記シールド巻線と前記入力導体との間に前記インピーダンスを挿入することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 9】

前記シールド巻線の前記第 1 の巻数は 10 未満であり、前記第 1 の巻数を増加させることは、1 または 2 だけ前記第 1 の巻数を増加させることを含む、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 10】

前記シールド巻線の前記第 1 の巻数が 10 より多く、前記第 1 の巻数を増加させることは前記第 1 の巻数を 10 % から 20 % の範囲で増加させることを含む、請求項 1 または 2

50

に記載の方法。

【請求項 1 1】

前記第 1 の巻数を有するシールド巻線は第 1 の電圧を作り出し、前記第 2 の巻数を有するシールド巻線は第 2 の電圧を作り出し、前記第 2 の電圧は前記第 1 の電圧より大きい、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 1 2】

シールド巻線を通る電流を前記電力供給器の第 1 の巻線を通るノイズ電流と等しくする量だけ前記第 2 の電圧を低減するよう前記インピーダンスの値を調節することをさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

最小のノイズ電流を達成するよう前記シールド巻線の前記第 1 の巻数を計算することは、前記エネルギー転送要素の電力変換に必要な巻線における巻数と同様の巻数を有するよう前記シールド巻線を設計することを含む、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記エネルギー転送要素は、前記エネルギー転送要素に対して外部からアクセス可能な前記シールド巻線の一端にあるシールド端子を含み、前記インピーダンスは、前記シールド端子と前記電力供給器の入力導体との間に結合され、前記電圧波形は前記シールド端子が開回路である際に第 1 の極性を有し、前記インピーダンスの値を調節することは、前記電圧波形が前記第 1 の極性の反対になるよう極性を反転させるまで前記インピーダンスの値を調節することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記電力供給器の前記入力導体および出力導体はスイッチに結合されていない前記電力供給器の導体である、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記エネルギー転送要素は、前記エネルギー転送要素に対して外部からアクセス可能な前記シールド巻線の一端にあるシールド端子を含み、前記インピーダンスは、前記シールド端子と前記電力供給器の入力導体との間に結合される、請求項 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

技術分野

この開示は一般的には電力供給器に関し、特定的には、電力供給器をスイッチングする際においてコモンモードノイズ電流を低減させるための方法および装置に関するが、これらに限定されない。

【背景技術】

【0002】

背景情報

携帯電話、携帯情報端末 (personal digital assistants ; P D A )、ラップトップなどといった多くの電気装置は d c 電力源を必要とする。電力は通常高電圧の a c 電力として壁の差込口から供給されるので、この高電圧の a c 電力を、多くの電気機器のために利用可能な d c 電力に変換するために、典型的には電力供給器と呼ばれる装置が必要になる。さらに、電力供給器はしばしば、安全機関の要件に合致するよう、あるタイプの電氣的絶縁を高電圧 a c 電力源と d c 電力との間に与えなければならない。利用可能な d c 電力は、電力供給器によって装置に直接的に与えられ得るか、または、再充電可能なバッテリーを充電し、当該バッテリーが立ち代わって装置にエネルギーを与えるよう用いられ得る。しかし、バッテリーは蓄積したエネルギーが尽きると充電が必要となる。動作において、電力供給器は、コントローラを用いて、負荷とも一般的に呼ばれる電気装置に供給される出力電力を調節し得る。このコントローラは、負荷へのエネルギーの転送を調節する。一例では、コントローラは、電力スイッチを制御して、センサからのフィードバック情報に回答してオンおよびオフに切換え、高電圧 a c 電源から出力へとエネルギーパルスを送り得る。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 3 】

電力供給器におけるすべての導体は、電界を通過して、電力供給器の外部のスペースに電氣的に結合される。電界における任意の2つの点の間には電圧差が存在する。したがって、電力供給器におけるすべての導体と、当該電力供給器の外側の任意の基準位置との間の電圧が存在する。この任意の基準位置はしばしば、アースグラウンドと呼ばれ、ときに単純にアースまたはグラウンドと呼ばれる。導体とアースとの間の電圧は、正、負、またはゼロであり得る。

## 【 0 0 0 4 】

電界および関連する電圧の結合は、電気回路において、典型的に浮遊容量として示される。導体とアースとの間の電圧が値を変化させると、当該電圧は、浮遊容量において、導体をアースに結合する変位電流を作り出す。大きな割合の電圧変化により、かなりの変位電流が作り出され得る。この変位電流と呼ばれる電流は伝導電流と異なる。変位電流は、空間において、導体における電荷の動きと均等である変化する電界である。導体における電荷の動きである電流は伝導電流と呼ばれる。

10

## 【 0 0 0 5 】

d c 電流は、時間に対して一定の値を有する。対照的に、a c 電流は時間とともに変動する値である。一般的な電流はd c 電流とa c 電流との合計であり得る。伝導電流は、d c 電流とa c 電流との合計であり得る。しかしながら、変位電流はただa c 電流のみである。なぜならば、a c 電流は変化する電界に対して均等であるからである。

## 【 0 0 0 6 】

電流は閉路の中を流れる。言い換えれば、ある場所を離れるすべての電流について、同じ場所に戻る同じ大きさの電流が必ず存在する。この閉路の法則は、変位電流および伝導電流の両方に当てはまる。ある電流閉路は、変位電流および伝導電流の両方を含み得る。

20

## 【 0 0 0 7 】

電力供給器は典型的に、規制機関によって指定された制限に合致するよう、その入力導体においてノイズ電流を制限しなければならない。2つ以上の導体において同時に同じ大きさおよび方向（電力供給器に向かう方向または電力供給器から離れる方向）を有する電流は、コモンモード電流と呼ばれる。2つの導体において、大きさが同じであるが方向が異なる電流は差動電流と呼ばれる。

## 【 0 0 0 8 】

入力導体におけるコモンモード電流は一般的に、電力供給器が受取る電力に寄与しないノイズ電流である。その一方、入力電圧源によって与えられる差動電流は、電力供給器が受取る電流を供給する。コモンモード電流は主に、電力供給器における高電圧の高速スイッチングから発生する。変化する電圧によって作り出される変位電流は、電力供給器の入力導体を含む路上のその元々の場所に戻るため、規制機関によって制限されるノイズ電流に寄与する。

30

## 【 0 0 0 9 】

コモンモード電流を低減する1つの方法は、入力導体に誘導的な構成要素を配置することである。これらの構成要素はときに、コモンモードインダクタまたはコモンモードチョークと呼ばれる。コモンモードインダクタは、共通の磁心上に2つ以上の巻線を有する。当該磁心において、巻線は入力導体にて、同じ方向に流れるコモンモードノイズ電流に対して対抗し、その一方電力供給器に電力を与える差動電流には取るに足りないほどの対抗しか与えない。入力導体におけるコモンモードインダクタの利用に対する好ましい代替例は、電力節約の目的のために電力供給器に既に存在するエネルギー転送要素に特別の巻線を加えることである。

40

## 【 0 0 1 0 】

電力供給器におけるエネルギー転送要素は、ときにトランスフォーマと呼ばれ、磁心上に複数の巻線を有する誘導的な構成要素である。動作の間、当該トランスフォーマは電力供給器の入力側（一次側と呼ばれる）と電力供給器の出力側（二次側と呼ばれる）との間でのエネルギーの転送を可能にする。トランスフォーマはさらに、電力供給器の入力と出力と

50

の間にガルバニック絶縁を与える。ガルバニック絶縁は、入力導体と出力導体との間を dc 電流が流れるのを防止する特性である。電力変換のために必要な巻線は電力巻線である。「特別な巻線」は、電力変換機能に関与しない付加的な巻線である。シールド機能および電力変換機能の両方を与え得る巻線は、たとえば制御回路の構成要素を動作させるようバイアス電圧を与えるバイアス巻線であり、特別な巻線ではなく電力巻線と考えられる。

#### 【0011】

特別な巻線はしばしば、平衡巻線および相殺巻線と呼ばれる。これらはときに、シールド巻線の一般的なカテゴリ内に含まれ、動作するために電力供給器に必要な巻線とされる電力変換巻線とは異なる。特別な巻線の目的は、電力供給器の入力導体を含まない路への変位電流を制限することである。変位電流がエネルギー転送要素内に残り、均等な伝導電流がエネルギー転送要素の端子をはるかに超えないことが望ましい。これらの特別な巻線は、適切な位置に適切な強度で電界を導入し、所望の路を取るよう変位電流を導くことによりそれらの目的を達成する。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

電力供給器においてコモンモード電流を低減する目的のためにシールド巻線を含むエネルギー転送要素を設計および構成する周知の方法が開発されてきた。これらの方法は、当該エネルギー転送要素の巻線の巻数が少ない場合に困難に直面する。これらの従来方法は、シールド巻線が電力変換巻線の巻数に近い整数の巻数を有する場合に最も効果的である。

#### 【0013】

出力電圧に対する入力電圧の比が非常に大きいまたは非常に小さい電力供給器への適用の場合、電力巻線は1または2の巻数と同じくらい少ない巻数しか有し得ない。このような場合、従来のシールド巻線に、変位電流の所望な低減を達成するのに必要な巻数を与えることは不可能となり得る。シールド巻線が作り出す電界が小さすぎる場合、当該巻線はあまり効果的ではなくなる。シールド巻線が作り出す電界が大きすぎる場合、この巻線は、コモンモード電流の減少ではなく増加を引起し得る。

#### 【0014】

この発明の非限定的かつ非網羅的な実施例が以下の図面を参照して記載される。さまざまな図を通じて、別の態様で特定されていなければ、同様の参照符号は同様の部分を指す。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0015】

【図1】本発明の教示に従った例示的な ac - dc 電力供給器を示す概略図である。

【図2】本発明の教示に従った例示的なエネルギー転送要素の中における浮遊キャパシタンスおよびノイズ電流をより詳細に示す、図1の ac - dc 電力供給器の例示的な部分の概略図である。

【図3】本発明の教示に従った、例示的な電力供給器における例示的な電圧および電流を示す例示的な簡略化された電気回路モデルの概略図である。

【図4】本発明の教示に従った例示的な方法を示すフロー図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0016】

#### 詳細な説明

エネルギー転送要素において変位電流を調節するための方法および装置の例をここで記載する。以下の記載では、多くの具体的な詳細が記載され、実施例の完全な理解を提供する。しかしながら、当業者ならば、これらの具体的な詳細の1つ以上なくても、または他の方法、構成要素、材料などを用いて、ここで記載した技術が実施され得るということを確認するであろう。別の例では、周知の構造、材料、または動作はある局面を不明確にするのを避けるよう詳細には示されないか、または記載されない。

10

20

30

40

50

## 【0017】

この明細書を通じて、「一実施例」、「実施例」、「一例」または「例」に対する参照は、実施例または例と関連して記載される特定の特徵、構造、または特性が本発明の少なくとも一つの実施例に含まれるということの意味する。したがって、「一実施例では」、「ある実施例では」、「一例」、または「ある例」という、この明細書を通じてさまざまな場所に現れるこれらのフレーズは、必ずしも同じ実施例または例をすべて指しているわけではない。さらに、これらの特定の特徵、構造、または特性は一つ以上の実施例または例において任意の好適なコンビネーションおよび/またはサブコンビネーションで組合されてもよい。さらに、ここで与えられる図面は、当業者への説明目的のためであり、当該図面は必ずしも尺度決めされて描かれているわけではないということが理解される。

10

## 【0018】

図1における例示的な概略図100は、本発明の教示に従って、電力供給器100の要素、電圧、および電流を示す。一般的な浮遊インピーダンス $Z_{PE}$  142、 $Z_{TE}$  150、および $Z_{SE}$  154は、電力供給器100のさまざまな部分とアース基準156との間の結合を示す。浮遊インピーダンス $Z_{PE}$  142、 $Z_{TE}$  150、および $Z_{SE}$  154は、典型的にはキャパシタンスによって占められるが、同様に誘導および抵抗要素を含んでもよい。図1に示される電流（たとえば106および108）はノイズ電流である。図1は、電力供給器100によって受取られるとともに供給される電力に寄与する電流を示していない。

## 【0019】

図1の例に示されるように、ac入力電圧 $V_{AC}$ は、ライン端子102と中性端子104との間の電力供給器100の入力に加えられる。全波ブリッジ整流器105が、このac入力電圧 $V_{AC}$ を受取り、dc入力キャパシタ112上にてdc入力電圧 $V_{DC}$  114を作り出す。一例では、dc入力キャパシタ112の導体は電力供給器100の入力導体と考えられる。dc入力電圧 $V_{DC}$  114は電力巻線（すなわち、エネルギー転送要素116の一次巻線118）とスイッチ $S_1$  144に結合される。一例では、スイッチ $S_1$  144はコントローラ回路の制御の下で開閉する。コントローラ回路は、この発明の特徵を不明確にするのを避けるよう示されていない。

20

## 【0020】

エネルギー転送要素116は、エネルギー転送要素の内側の巻線を終端させる内部終端部を有し、エネルギー転送要素の外部の巻線を終端させる外部終端部を有する。内部端子は、エネルギー転送要素の外部の回路に伝導電流を運ばず、当該回路から伝導電流を運ばない。内部終端部は、エネルギー転送要素の外側からはアクセス可能である必要はない。外部終端部は、エネルギー転送要素の外側からアクセス可能である。外部終端部は、エネルギー転送要素の外側の回路に伝導電流を運ぶか、または当該回路から伝導電流を運ぶ。一例では、外部終端部は、トランスフォーマの外部の回路に伝導電流を運ぶかまたは当該回路から伝導電流を運ぶトランスフォーマの外部のピン、ポスト、またはパッドであってもよい。一例では、内部端子が、トランスフォーマの外部の回路に伝導電流を運ばないかまたは当該回路から伝導電流を運ばないトランスフォーマの外部ピン、ポスト、またはパッドに機械的に結合され得る。トランスフォーマの製造において、トランスフォーマの外部ピン、ポスト、またはパッドを用いて、伝導電流を運ばないことになる巻線の一端を固定するのがときに便利である。このような終端部は、この開示において内部終端部である。図1は、巻線118が、2つの外部終端部（すなわち、端子101および端子103）を有し、巻線120が1つの内部終端部と1つの外部終端部117とを有し、巻線122が1つの内部終端部と1つの外部終端部117とを有し、巻線124が2つの外部終端部（すなわち端子107および端子109）を有することを示す。

30

40

## 【0021】

エネルギー転送要素116の二次巻線124は整流器128に結合され、負荷134による使用のために出力キャパシタ130上に出力電圧 $V_o$  132を作り出す。エネルギー転送要素116は、高い透磁率を有する材料のコア126を含む。一例では、コア126の

50

材料はフェライトである。巻数が $N_p$ である一次巻線 118 と巻数が $N_s$ である二次巻線 124 とに加えて、エネルギー転送要素 116 は巻数が $N_p$ である平衡巻線 120 と、巻数が $N_c$ である相殺巻線 122 とを含む。「平衡」および「相殺」という用語は、エネルギー転送要素 116 内の電界に対するシールド巻線（すなわち平衡巻線 120 および相殺巻線 122）の動作をさらに示すとともに、異なるタイプのシールド巻線の存在を認識するようこの開示において用いられる。

#### 【0022】

図 1 に示された例では、平衡巻線 120 の一端と相殺巻線 122 の一端とが外部端子（たとえば外部終端部 117）にて結合される。外部終端部 117 は、エネルギー転送要素 116 の外部であるシールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} 110$  の一端に結合される。シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} 110$  の他端は、一次巻線 118 の非スイッチング端部に結合される。他の例では、シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} 110$  は、シールド巻線の外部終端部と、たとえば dc 入力キャパシタ 112 のいずれかの端部のようなスイッチングではない任意の入力導体との間に結合され得る。

10

#### 【0023】

スイッチ  $S_1 144$  のスイッチングにより、スイッチング電圧  $V_{S_1} 146$  が作り出される。このスイッチング電圧  $V_{S_1} 146$  は、浮遊インピーダンス  $Z_{PE} 142$ 、 $Z_{TE} 150$ 、および  $Z_{SE} 154$  においてそれぞれノイズ電流  $I_{CM} 140$ 、 $I_{TE} 148$ 、および  $I_{SE} 152$  を作り出す。浮遊インピーダンスは一般的には、キャパシタンス、インダクタンス、および抵抗を含み得る。電流  $I_{CM} 140$ 、 $I_{TE} 148$ 、および  $I_{SE} 152$  といったノイズ電流と当該ノイズ電流の路とを作り出す結合の性質は、この開示において以下で詳細が説明された後で明らかとなるであろう。

20

#### 【0024】

図 1 を引続き参照して、浮遊インピーダンス  $Z_{PE} 142$  におけるノイズ電流  $I_{CM} 140$  は、入力導体 160 におけるノイズ電流  $I_{CML} 106$  と、中性入力導体 162 におけるノイズ電流  $I_{CMN} 108$  とを形成するよう分割する。高周波数のノイズ電流に対して短絡回路として本質的に電圧源が現れ、これによりライン端子 102 および中性端子 140 が本質的にノイズ電流  $I_{CM} 140$  に対して共通になる。したがって、一例では、ノイズ電流  $I_{CM} 140$  はノイズ電流  $I_{CML} 106$  とノイズ電流  $I_{CMN} 108$  との合計である。

30

#### 【0025】

ノイズ電流  $I_{CM} 140$  は、回路構成要素の値によって、浮遊インピーダンス  $Z_{TE} 150$  におけるノイズ電流  $I_{TE} 148$ 、浮遊インピーダンス  $Z_{SE} 154$  におけるノイズ電流  $I_{SE} 152$ 、および外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} 110$  におけるノイズ電流  $I_{SHIELD} 138$  に関係付けられる。これにより、外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} 110$  の両端に亘って電圧  $V_{ZSH} 136$  が作り出される。一例では、回路構成要素の値は、ノイズ電流  $I_{CM} 140$  の大きさを、規制要件に合致するレベルにまで低減するように選択される。

#### 【0026】

構成要素のいくつかの値は、電力節約のための要件によって固定され、浮遊量の値は通常設計者の管理下でないが、構成要素の他の値は、電力節約機能に実質的に影響を与えることなくノイズ電流  $I_{CM} 140$  の大きさに影響を与えるよう広い範囲に亘って調節され得る。たとえば、平衡巻線 120 の巻数  $N_B$ 、相殺巻線 122 の巻数  $N_C$ 、および外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} 110$  の値は、設計者の裁量で、ノイズ電流  $I_{CM} 140$  を受入可能なレベルにまで低減するよう調節され得る。

40

#### 【0027】

図 2 は、エネルギー転送要素 116 内における、浮遊キャパシタンスおよびノイズ電流の付加的な詳細とともに、図 1 の部分を示す概略図 200 である。図 2 において明らかであるのは、一次巻線 118 上の電圧  $V_p$ 、平衡巻線 120 上の電圧  $V_B$ 、平衡巻線 122 上の電圧  $V_C$ 、および二次巻線 124 上の電圧  $V_s$  の極性である。巻線 118、120、122

50

、および124上の電圧の大きさは、当業者にはわかるように、当該巻線上の巻数の比に比例する。したがって、巻線118、120、122、および124上の電圧の波形は、同じ形状を有し、すべての巻線上において同時に遷移が起こる。

#### 【0028】

図2はさらに、巻線118、120、122、および124と、コア126と、浮遊インピーダンス $Z_{TE}$  150とをアース基準156に結合するエネルギー転送要素116の内部浮遊キャパシタンス220、230、240、および250を示す。図2から、エネルギー転送要素116の巻線上のスイッチング電圧が、アースに対する浮遊キャパシタンス220、230、240、および250ならびに浮遊インピーダンス $Z_{TE}$  150を含む閉路においてどのように変位電流および伝導電流を作り出すことができるか容易にわかる。たとえば、一次巻線118上の電圧 $V_p$ は、変位電流としてキャパシタンス220を通過する伝導電流 $I_{PE}$  210を作り出し得、これにより変位電流 $I_{TE}$  148に寄与するとともに変位電流 $I_{CM}$  140により戻る。キャパシタンス220、230、240、および250は、エネルギー転送要素116の構造に亘って変位電流を結合する実際の分散キャパシタンスの集中したものを示すということが理解される。

10

#### 【0029】

図3は、図2に示される電力供給器100の部分の単純な電気回路モデル300の一例である。電圧源330、320、310、および345はそれぞれ、エネルギー転送要素116の巻線118、120、122、および124上の電圧を示す。キャパシタ335、325、315、および340はそれぞれ、エネルギー転送要素116の浮遊キャパシタンス220、230、240、および250を示す。

20

#### 【0030】

図3は、電力供給器の入力上の非スイッチング導体と、電力供給器の出力上の非スイッチング導体との間で計測される電圧である電圧 $V_{PS}$  305を特定する。たとえば、 $V_{PS}$  305は、dc入力キャパシタ112の一端と、図1における出力キャパシタ130の一端との間の電圧であり得る。

#### 【0031】

図3の回路モデルの分析は、十分な大きさの電圧源 $V_B$  320および $V_C$  310について、ノイズ電流 $I_{CM}$  140をゼロにするよう外部シールドインピーダンス $Z_{SHIELD}$  110の値が調節され得るということを示す。一例では、シールド巻線は、エネルギー転送要素に対して内部の一次巻線118に結合されるシールド巻線120および122を有する従来の構成のために必要とされる電圧よりも高い電圧を作り出すよう設計される。図2の例では、外部シールドインピーダンス $Z_{SHIELD}$  110は、シールド電流 $I_{SHIELD}$  138を一次ノイズ電流 $I_{PE}$  210と実質的に等しくするのに必要な量である電圧 $V_{ZSH}$  136だけ、シールド巻線からのより高い電圧を低減する。

30

#### 【0032】

図3は、一次巻線118の巻数 $N_p$ よりも二次巻線124の巻数 $N_s$ がはるかに小さい実際の場合の電圧 $V_{PS}$  305の波形の例を含む。ノイズ電流 $I_{CM}$  140を実質的にゼロにするよう外部シールドインピーダンス $Z_{SHIELD}$  110を調節するために電圧 $V_{PS}$ の波形が用いられ得るということが、回路モデルの分析または検討のいずれかからわかり得る。

40

#### 【0033】

外部シールドインピーダンス $Z_{SHIELD}$  110が無限であり、これによりノイズ電流 $I_{CM}$  140から電圧源 $V_B$  320および $V_C$  310の影響を効果的に取除く場合、電圧 $V_{PS}$  305の波形は電圧源330、320、310、および345上の電圧源 $V_p$ 、 $V_B$ 、 $V_C$ および $V_s$ の波形の負の値にそれぞれなる。電圧源320および310上の電圧源 $V_B$ および $V_C$ が十分に大きい場合、外部シールドインピーダンス $Z_{SHIELD}$  110の有限値はシールド電流 $I_{SHIELD}$  138を実質的に一次ノイズ電流 $I_{PE}$  210と等しくするよう選択され得、これによりノイズ電流 $I_{CM}$  140を実質的にゼロにする。ノイズ電流 $I_{CM}$  140がゼロの場合、電圧 $V_{PS}$  305は、浮遊インピーダンス $Z_{SE}$  154およ

50

び  $Z_{TE} = 150$  の値に依存するとともに  $V_S$  に比例する波形を有する、ゼロと  $V_S$  との間の値である。

【0034】

実質的にゼロのノイズ電流  $I_{CM} = 140$  に対応する値から、外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} = 110$  の値のさらなる低減により、ノイズ電流  $I_{CM} = 140$  が負の方向に増加することになり、さらに  $V_S$  に比例する波形で電圧  $V_{PS} = 305$  の大きさが増加する。したがって、電圧  $V_{PS} = 305$  の波形は、電流の直接的な計測なしに、実質的にゼロのノイズ電流  $I_{CM} = 140$  を達成するよう実験的に外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} = 110$  の値を調節するのに有用である。

【0035】

所望より高い外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} = 110$  の値は、電圧  $V_P$ 、 $V_B$ 、 $V_C$ 、および  $V_S$  の波形と反対の極性である電圧  $V_{PS} = 305$  についての波形を作り出す。所望より低い外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} = 110$  の値は、電圧  $V_{PS} = 305$  について、電圧  $V_P$ 、 $V_B$ 、 $V_C$ 、および  $V_S$  の波形と同じ極性である波形を作り出す。本発明の教示に従うと、外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} = 110$  の所望の値は、電圧  $V_{PS} = 305$  について、反対の極性の波形を作り出す2つの値の間に存在し得る。さらに、シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} = 110$  についての好ましい値は、電圧  $V_{PS} = 305$  の最小の大きさを導き得る。

【0036】

外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} = 110$  の所望の値は、実質的にゼロのインピーダンスで起こる大きさと、実質的に無限のインピーダンスで起こる大きさとから、入力導体（たとえば入力導体 160 および 162）におけるコモンモードノイズ電流を実質的に低減するゼロではない有限値である。

【0037】

一例では、外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} = 110$  の所望の値は、キャパシタを用いて実現される。当業者ならば、キャパシタの値が低いほどインピーダンスの値が高くなるということを理解するであろう。言い換えれば、より小さい値のキャパシタンスはより大きなインピーダンスを有する。外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD} = 110$  の所望の値には、電圧  $V_{PS} = 305$  の波形が極性を反転させるまで、インピーダンスの値を徐々に増加させるまたは徐々に減少させることのいずれかによって到達され得るということが理解される。

【0038】

図4は、本発明の教示に従った、エネルギー転送要素 116 といったエネルギー転送要素において変位電流を調節する方法の例を示すフロー図 400 である。ブロック 405 において開始した後、ブロック 410 において、低ノイズ電流のためにシールド巻線を有するエネルギー転送要素を設計する技術が用いられる。一例では、エネルギー転送要素の設計は、エネルギー転送要素のシールド巻線について巻数を計算することを含む。たとえば、あるシールド巻線についての巻数は、シールドインピーダンスがない電力供給器（たとえばゼロに等しいシールドインピーダンス値）が約ゼロのノイズ電流で動作するように計算され得る。これらの技術は、たとえば、パワーインテグレーション社（Power Integrations, Inc.）、サンノゼ（San Jose）、カリフォルニア（California）から入手可能な P I エキスパート・デザインソフトウェア・スイート（PI Expert Design Software Suite）v.6.6 における P I トランスフォーマー・デザイナーツール（PI Transformer Designer tool）といったソフトウェアツールにおいて自動化され得る。

【0039】

しかしながら、シールド巻線について計算された巻数が小さい（たとえば 10 未満）ならば、シールド巻線における巻数をただ調節するだけではノイズ電流をなくすことは難しい場合がある。したがって、ブロック 415 では、シールド巻線の巻数が、確立された技術により計算された数を超えて増加される。10 未満の巻数の場合、典型的には 1 回または 2 回の巻の増加で十分である。10 より多い巻数の場合、典型的には 10% と 20% と

10

20

30

40

50

の間の増加で十分である。シールドインピーダンスのない電力供給器（たとえばゼロに等しいシールドインピーダンス値）の場合、シールド巻線における巻数の増加はノイズ電流の増加を引起し得る。したがって、ここで開示される例に従ったシールド巻線は、シールドインピーダンス値がゼロである電力供給器においてノイズ電流を実質的にゼロに低減するよう構成される第1の巻数を含み得る。さらに、このシールド巻線は、シールドインピーダンス値がゼロである電力供給器においてゼロより大きくノイズ電流を増加させるよう構成される付加的な第2の巻数を有し得る。このシールド巻線における巻数の増加によるノイズ電流の増加は、シールドインピーダンスの追加および調整（後述する）により、後で低減または除去され得る。

【0040】

10

次いでブロック420では、エネルギー転送要素が、当該エネルギー転送要素のシールド端子にてシールド巻線の一端が外部からアクセス可能になるように構成される。ブロック425では、電力変換器がエネルギー転送要素と共に動作される。ブロック430では、電力供給器の入力および出力間の電圧の波形がシールド端子開回路により観察される。

【0041】

ブロック435では、インピーダンス要素が、電圧波形が観察されている間に、電力供給器のシールド端子と入力導体との間に挿入される。インピーダンスは、この電圧波形が極性を反転し、シールド端子開回路と反対の極性になるまで小さな増加量で変化される。一例では、インピーダンス要素キャパシタである。他の例では、外部シールドインピーダンス  $Z_{SHIELD}$  110 は、抵抗器、キャパシタ、およびインダクタといった異なるタイプの要素のネットワークを含んでもよい。

20

【0042】

ブロック440では、インピーダンスは、シールド端子開回路とは反対の極性を有する電圧波形の最も低い振幅を与えるよう複数の許容値から選択される。このプロセスはブロック445において完了し得る。

【0043】

要約書において記載されたものを含む、この発明の例示的な実施例の上記の記載は、この発明を開示されたそのままの形態に制限または限定するよう意図されるものではない。この発明の具体的な実施例およびこの発明についての例はここでは例示的な目的のために記載されるが、当業者が認識するであろうように、この発明の範囲内でさまざまな修正例が可能である。

30

【0044】

これらの修正例は、上記の詳細な説明に鑑みて、この発明に対してなされ得る。特許請求の範囲において用いられる用語は、当該明細書において開示される具体的な実施例にこの発明を限定するよう解釈されるべきではない。そうではなく、この発明の範囲は特許請求の範囲によって全体的に決定されるべきであり、特許請求の範囲は確立された請求項の解釈の原則に従って解釈されることになる。

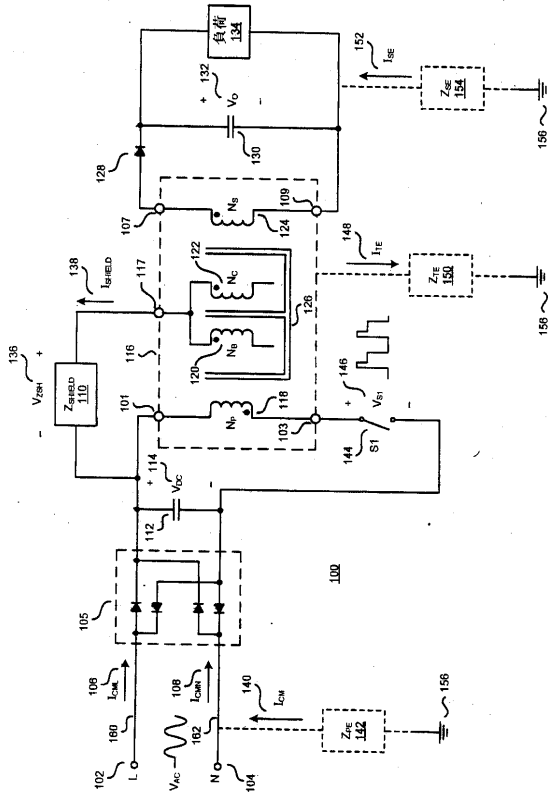
【符号の説明】

【0045】

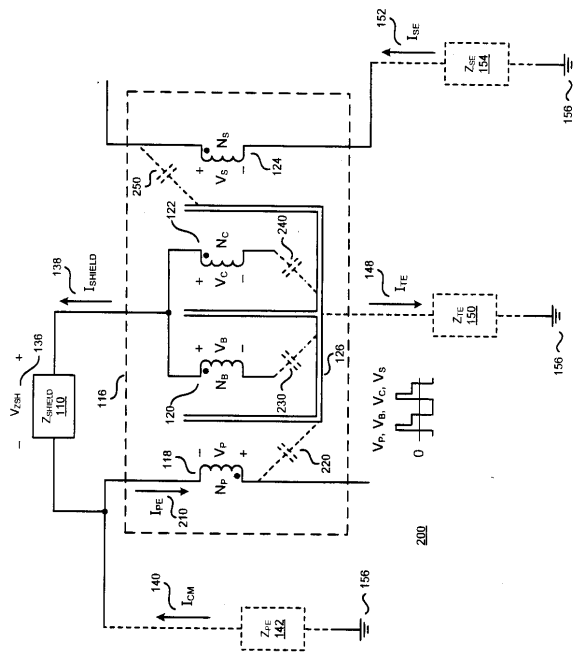
100 電力供給器、116 エネルギー転送要素、120, 122 シールド巻線、160, 162 入力導体、 $I_{CM}$  140,  $I_{TE}$  148,  $I_{SE}$  152 ノイズ電流、 $Z_{SHIELD}$  110 シールドインピーダンス。

40

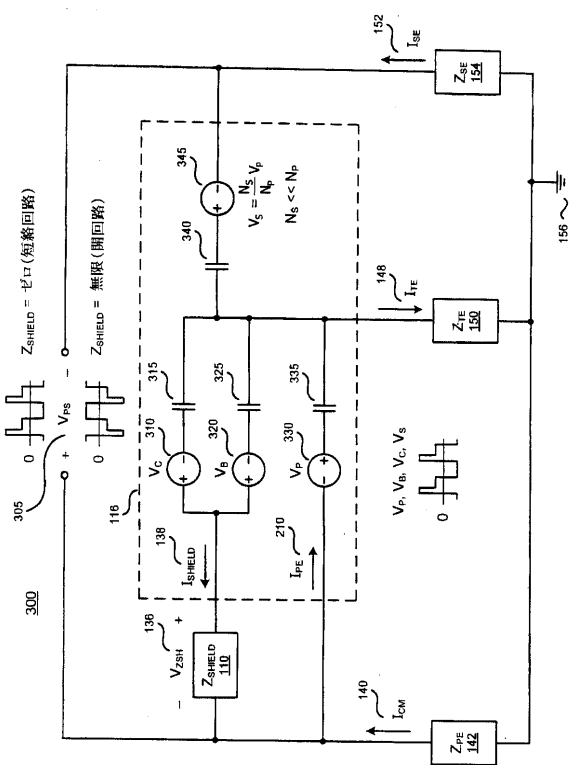
【図1】



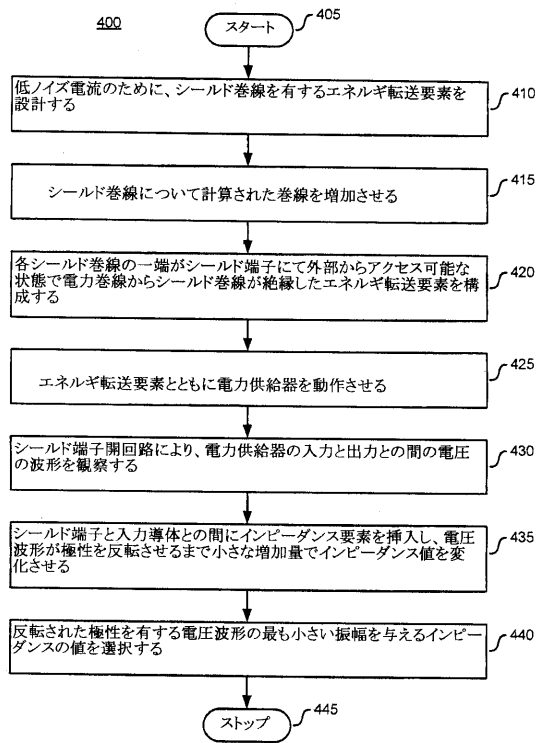
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100109162

弁理士 酒井 將行

(74)代理人 100111246

弁理士 荒川 伸夫

(74)代理人 100124523

弁理士 佐々木 真人

(72)発明者 マービン・シィ・エスピノ

アメリカ合衆国、95119 カリフォルニア州、サン・ノゼ、シェリー・コート、216

審査官 塩治 雅也

(56)参考文献 特表2007-524998(JP,A)

米国特許第05724236(US,A)

特開昭59-025578(JP,A)

米国特許出願公開第2006/0028782(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/28

H01F 27/36

H01F 41/00